

ABSTRAK

Pembibitan awal kelapa sawit (*pre-nursery*) merupakan fase krusial yang menentukan produktivitas masa depan tanaman. Namun, metode konvensional sering kali menghadapi kendala efisiensi kerja dan risiko human error dalam menjaga konsistensi penyiraman serta pemupukan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem otomatisasi penyiraman dan pemupukan berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mendukung pertumbuhan vegetatif bibit sawit secara presisi. Sistem dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembapan tanah, sensor pH tanah, sensor level air tangki, dan sensor ultrasonik untuk memantau tinggi tanaman. Metode penelitian meliputi perancangan elektrik, mekanik, pemrograman berbasis Arduino IDE dengan bahasa C++, serta integrasi database MySQL via protokol HTTP ke platform web monitoring (tamaulana.web.id). Pompa air diatur menyala otomatis jika kelembapan tanah <60%, sedangkan pompa pupuk cair diaktifkan jika pH tanah <5,5. Berdasarkan hasil pengujian fungsional, sensor ultrasonik memiliki akurasi tinggi dengan rata-rata selisih pembacaan hanya 0,01-0,02 cm. Pengamatan intensif selama 30 hari menunjukkan sistem bekerja secara responsif dan near real-time dengan latensi transmisi data ke cloud server berkisar 1-3 detik tanpa adanya kehilangan data (*data loss*). Variabel lingkungan berhasil dijaga pada kondisi ideal, di mana kelembapan tanah berada pada rentang 45% - 94% dan pH tanah stabil pada kisaran 5,1-7,5 (dominan 6,1-6,5). Kestabilan ini memberikan dampak positif yang signifikan terhadap laju pertumbuhan vegetatif tanaman, dibuktikan dengan pertambahan tinggi bibit sawit yang stabil dan linear dari tinggi awal 7 cm menjadi 14 cm pada hari ke-30 (laju pertumbuhan rata-rata 0,25 cm/hari). Hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi *smart farming* untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan optimalisasi kualitas bibit kelapa sawit.

Kata Kunci : Internet of Things, smart farming, penyiraman otomatis, pemupukan otomatis, sensor kelembapan, sensor pH tanah, NodeMCU ESP32, pertumbuhan bibit sawit.